



①⑨ **BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT**

①⑫ **Offenlegungsschrift**  
①⑩ **DE 197 44 967 A 1**

⑤① Int. Cl.<sup>6</sup>:  
**C 04 B 16/12**  
C 04 B 20/04

②① Aktenzeichen: 197 44 967.0  
②② Anmeldetag: 12. 10. 97  
②③ Offenlegungstag: 15. 4. 99

DE 197 44 967 A 1

⑦① Anmelder:  
Lottermoser, Manfred, Dipl.-Phys., 22589 Hamburg,  
DE

⑦② Erfinder:  
gleich Anmelder

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

⑤④ Verfahren zur Herstellung von Leichtbeton

DE 197 44 967 A 1

Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist die Herstellung von Leichtbetons, die höhere Festigkeiten aufweisen, als die nach bekannten Verfahren hergestellten Leichtbetons. Eine andere Aufgabe ist die Schaffung von Leichtbetons, die im Bedarfsfall – z. B. bei Gebäudeabbruch – energiesparender entsorgt oder rezykliert werden können, als alle nach bekannten Verfahren hergestellten Leicht-, Normal- und Schwerbetons. Weitere Aufgaben ergeben sich aus der Beschreibung.

Die Erfindung löst die Aufgaben mit einem Verfahren zur Herstellung von Leichtbeton, dadurch gekennzeichnet, daß inkompressible Kunststoffkörner mit Zementmörtel gebunden werden.

Kunststoffe sind durch chemische Reaktionen entweder aus niedermolekularen Stoffen oder aus bereits hochmolekularen Naturstoffen hergestellte makromolekulare organische Materialien. Beispiele für die beiden Kunststoffklassen sind polymerisiertes Styrol und vulkanisierter Kautschuk.

Inkompressible Kunststoffkörner ändern ihr Volumen unter Einwirkung äußerer Kräfte nicht; auch dann nicht, wenn sie verformbar sind.

Es werden vorzugsweise Kunststoffkörner, die Abfälle irgendwelcher technischer Prozesse sind, eingesetzt. Derartige Kunststoffkörner sind häufig nicht inkompressibel, denn sie können schaumig, porös oder hohl sein. Erfindungsgemäß werden sie durch Kompaktieren zu inkompressiblen Körnern, die auch durch Agglomeration größer als die ursprünglichen Körner sein können, umgewandelt. Für viele Arten von Schaumkunststoffen ist das in der Offenlegungsschrift DE 196 00 706 A1 beschriebene Verfahren eine vorteilhafte Vorkompaktierung.

Eine für alle Kunststoffarten geeignete, zur Inkompressibilität führende Kompaktierung wird durch Erhitzen der Kunststoffkörner erzielt. Die Erfindung sieht Erhitzungsverfahren vor, die die schlechte Wärmeleitfähigkeit der Kunststoffkörner berücksichtigen.

Bei einem dieser Erhitzungsverfahren werden die Kunststoffkörner zwischen zwei heißen Flächen aus hartem Material gerieben und gequetscht. Hierfür geeignete Maschinen sind beispielsweise beheizbare Kollergänge, innen beheizbare Kugel-, Walzen- und Schwingmühlen, beheizbare Walzenstühle. Auch eine Rootspumpe, die unter Verzicht auf ein wasserdichtes Gehäuse derart umgebaut worden ist, daß sie innen beheizt werden kann und die Drehkolbenachsen sich gegen Federkräfte voneinander entfernen können, damit die Drehkolben auch gröberes Kunststoffgranulat hindurchfördern, reiben und quetschen können, ist geeignet.

Eine besonders einfach zu bauende, robuste und Heizenergie sparende Walzenmühle besteht aus einem langsam um eine waagerechte Achse rotierenden Rohr, in dessen Innerem zwei gleich lange Walzen achsparallel liegen. Diese rollen auf der Innenwand des langsam rotierenden Rohres ab und streben durch ihre Schwere ständig in dessen tiefsten Bereich. Dort berühren sie sich und ihre Mantelflächen reiben infolge ihrer gleichsinnigen Drehung stark aneinander. Die zwei Walzen werden durch Heizstrahler, gerichtete Flammen oder ähnliche Mittel erhitzt. In das Innere des langsam rotierenden Rohres eingefüllte Kunststoffkörner geraten zwischen die zwei Walzen und werden erhitzt, gerieben, gequetscht und dabei bis zur Inkompressibilität kompaktiert.

Das Erhitzen, Reiben und Quetschen der Kunststoffkörner zwischen zwei heißen Flächen aus hartem Material wird in jedem Fall mit einer "Mineralisierung" der Kunststoffkorn-Oberflächen kombiniert, damit der Zementleim des Zementmörtels eine feste Bindung mit den Kunststoffkör-

nern eingeht. Zu diesem Zweck werden feinkörnige mineralische Stoffe, wie feiner Sand, Ziegmehl, Glasmehl, kolloidales Siliciumdioxid, Gesteinsmehl, Schiefermehl, pulverförmige Tonminerale, gepulverter Rotschlamm oder auch Gemische dieser Stoffe in die Maschine gestreut, bevor die kompaktierten, noch heißen Kunststoffkörner die betreffende Maschine verlassen.

Nach einem anderen Erhitzungsverfahren werden die Kunststoffkörner mit heißem Sand vermischt. Eine für fast alle Kunststoffe einschließlich Gummi günstige Temperatur des Sandes beträgt ca. 250 Grad Celsius. Geeignete Maschinen sind beispielsweise Kernsandmischer, wie sie in Gießereien benutzt werden. Die Kunststoffkörner erweichen während des Mischvorgangs und kleben zu größeren, inkompressiblen Klumpen zusammen, deren Oberflächen dabei dicht mit Feinanteilen des Sandes festhaftend überzogen werden. So entstehen Mischungen aus Sand und Kunststoffklumpen, die dann mit Portlandzement oder anderem hochwertigem Zement und danach mit Wasser vermischt werden. Der Zementanteil wird nach dem Sandanteil der Sand-Kunststoffklumpen-Mischung bemessen. Die Kunststoffklumpen, deren Oberflächen dicht mit festsitzenden Sandteilchen bedeckt sind, stellen den Betonzuschlag dar. Das gesamte, wasserhaltige Gemisch wird in bekannter Weise zu Formteilen verarbeitet.

Sand, der auch feucht sein kann, wird vorteilhaft kontinuierlich in einem geneigten Rohr mittels einer pulsierenden Flamme erhitzt. Die Durchrutschgeschwindigkeit des Sandes wird mit der Neigung des Rohres geregelt. Die Erzeugung von pulsierenden Flammen mit Pulsbrennern ist bekannt. Das Flammrohr eines Pulsbrenners ist an das untere Ende des geneigten Rohres nach oben gerichtet angesetzt. Durch das Flammrohr wird die pulsierende Flamme ins Innere des geneigten Rohres geleitet und durch dieses hindurch nach oben. Die pulsierende Flamme erhitzt den durch das geneigte Rohr abwärts rutschenden Sand. Eine stetige Flamme würde nur die äußeren Partien der rutschenden Sandschicht aufheizen. Im Gegensatz zur stetigen Flamme erhitzt die pulsierende Flamme sofort auch das Innere der rutschenden Sandschicht. Somit braucht der in dem geneigten Rohr abwärts rutschende Sand nicht gewendet zu werden; so erübrigen sich komplizierte Einrichtungen, wie etwa Drehrohröfen.

Minderwertige brennbare Öle oder Fettgemische, die nicht als Heizöl verwendet werden können, werden mit Druckluft in das Flammrohr des mit brennbarem Gas betriebenen Pulsbrenners eingespritzt, und zwar dort, wo das Flammrohr in das geneigte Rohr einmündet. Die pulsierende Flamme erzeugt dort ein vorgeheiztes Fett-in-Luft-Aerosol, das sofort zündet und im geneigten Rohr die pulsierende Flamme verstärkt. Auf diese Weise wird der größere Teil der Heizenergie für das Erhitzen des Sandes aus minderwertigen Ölen und Fetten gedeckt und nur der kleinere Teil aus dem primär in den Pulsbrenner eingespeisten Gas.

Die nach dem hier beschriebenen Verfahren aus minderwertigen Fetten und Ölen mittels pulsierender Flammen erzeugten zündwilligen und gleichzeitig vorgeheizten Fett-in-Luft-Aerosole können vielfältig zum Heizen und Betreiben von Verbrennungskraftmaschinen genutzt werden.

Ein weiteres Erhitzungs- und Kompaktierungs-Verfahren besteht darin, daß die Kunststoffkörner mit heißen Flüssigkeiten verrührt werden, wobei größere Kunststoffklumpen entstehen, die durch Zugaben von feinverteilten mineralischen Stoffen in die heiße Flüssigkeit oberflächlich mineralisiert werden. Geeignete Flüssigkeiten sind auf etwa 250 Grad Celsius erhitzbare, wassermischbare Flüssigkeiten oder wässrige Lösungen.

Besonders geeignet sind Glycerin und die aus ihm beim Hoherhitzen entstehenden Polykondensationsprodukte.

Überraschenderweise eignet sich unreines Glycerin, das als Nebenprodukt bei der Umesterung von Triglyceriden mit Methanol anfällt, besonders gut, denn es zeigt beim Hoherhitzen keinerlei Tendenz zur Abspaltung von Propenal (= Acrolein). Derartige unreines Glycerin wird in zunehmendem Maß billig verfügbar, weil die Umesterungsprodukte, die Fettsäuremethylester, ständig breiter werdende Anwendung als Heizöle und Dieselmotortreibstoffe finden. Für den Zweck der vorliegenden Erfindung besonders preisgünstiges Glycerin erhält man, indem man fetthaltige Abfälle mit Fettsäuremethylestern extrahiert. Die Extrakte – es sind Lösungen von Fetten in Fettsäuremethylestern – werden mit einer dem Fettanteil äquivalenten Menge Methanol, in dem etwas Natriumhydroxid gelöst ist, verrührt. Bei Zimmertemperatur scheidet sich nach einigen Stunden unreines, für den hier vorliegenden Zweck geeignetes Glycerin als untere Schicht ab. Die obere Schicht besteht aus dem als Extraktionsmittel eingesetzten und aus den neu gebildeten Fettsäuremethylestern. Bei Temperaturen um 60 Grad Celsius läuft die Umesterung innerhalb von Sekunden oder wenigen Minuten ab. Statt fetthaltige Abfälle mit Fettsäuremethylestern zu extrahieren, können auch konzentrierte oder reine Fette in Fettsäuremethylestern gelöst und in dieser Lösung mit zugesetztem alkalihaltigem Methanol in Glycerin und neugebildete Fettsäuremethylester umgeestert werden.

Die kurzen Reaktionszeiten für diese Umesterungen beruhen auf der raschen spontanen Abscheidung des Glycerins aus der Methanol enthaltenden Fett-in-Fettsäuremethylester-Lösung und der daraus resultierenden Verschiebung des Reaktionsgleichgewichts zugunsten der Produkte.

Weitere Beispiele für hoherhitzbare Flüssigkeiten, die für das Kompaktieren von Kunststoffkörnern verwendet werden können, sind Polyglykolether, trocknende Öle, geschmolzener Schwefel, Schwefelsäure, hoherhitze und teilweise polykondensierte Phosphorsäuren, Schmelzen von wasserhaltigem Natriumhydroxid.

Polystyrolfolien und Stücke von expandiertem Polystyrol können durch Verrühren in einem wässrigen Kristallbrei von Calciumchlorid bei ca. 160 Grad Celsius zu inkompressiblen harten Körnern umgewandelt werden, die nach dem Abspülen mit Wasser an ihren Oberflächen eingelagerte mikroskopische Calciumchlorid-Partikel aufweisen und dadurch fest in Zementmörtel eingebunden werden.

Abfälle von Polyvinylbutyralfolien schrumpfen beim Verrühren in siedender und dabei kondensierender Phosphorsäure oder in 250 Grad Celsius heißer Schwefelsäure zu inkompressiblen harten Brocken, die auch dann von Zementmörtel fest eingebunden werden, wenn die Folienfetzen keine Glasstaubeinlagerungen aufweisen, wie das bei den aus dem Verbundglasrecycling stammenden Folienfetzen der Fall ist. Vermutlich werden Hydroxy-Gruppen des Polyvinylbutyrals verestert.

Beim Verbundglasrecycling abfallende Polyvinylbutyralfolien-Fetzen sind mit mikroskopisch feinem Glasstaub durchsetzt und teilweise mit festsitzenden Glaskrümeln behaftet. Diese Folienfetzen sind von vornherein inkompressibel und können als Betonzuschlag verwendet werden. Aufgrund ihres Gehalts an Glaspartikeln werden sie vom Zementmörtel fest eingebunden. Durch Vibration können die Folienfetzen im thixotropen Zementmörtelgemisch hinsichtlich ihrer flächigen Form orientiert werden. Dadurch entstehen Leichtbetonteile mit anisotropen Dämmeigenschaften.

Kunststoffgemisch-Abfälle mit großem Gehalt an Polyvinylchlorid werden durch Verrühren in einer auf ca. 250 Grad Celsius erhitzten Lösung aus 80 kg Natriumhydroxid und

20 kg Wasser zu harten, inkompressiblen Stücken kompaktiert, die nach dem Abspülen einen in Zementmörtel fest einbindenden Betonzuschlag darstellen. Die Bildung kritischer organischer Chlorverbindungen ist bei dieser Alkalibehandlung ausgeschlossen, weil alles organisch gebundene Chlor in Chloridionen überführt wird.

Kunststoffgemisch-Granulate mit hohem Anteil an Gummi und Guttapercha sowie Gehalten an Kunststoffen fast aller sonstigen Gattungen, wie sie bei der Altkabel-Recyclingung abfallen, werden portionsweise in 300 Grad Celsius heißen geschmolzenen Schwefel eingerührt, bis die Schmelze kein weiteres Granulat mehr aufnimmt. Die abgekühlte und erstarrte Masse wird zerschlagen. Es entstehen dabei inkompressible, harte und sehr feste Brocken, die als Beton-zuschlag benutzt werden.

Wenn inkompressible Kunststoffkörner unterschiedlicher Korngrößen, z. B. Siebfractionen von 1 mm bis 50 mm Maschenweite, als Betonzuschlag verarbeitet werden, entstehen aufgrund der relativ niedrigen Dichten der Kunststoffkörner vielseitig einsetzbare Leichtbetons.

Das Rezyklieren dieser Leichtbetons, z. B. im Fall von Abbruchmaßnahmen, erfolgt durch grobes Zertrümmern und nachfolgendes Erhitzen der Trümmerbrocken auf Zersetzungstemperaturen der in ihnen eingebundenen Kunststoffzuschläge. Hierauf folgt eine Feinzerkleinerung, die wegen entstandener Hohlräume in der Umgebung der äußerlich zersetzten Kunststoffkörner erheblich weniger Energie erfordert, als bei Betons mit Kieselgestein-Zuschlägen. Das durch die Feinzerkleinerung entstandene Materialgemisch wird durch Schwimm-Sink-Verfahren in organische und mineralische Bestandteile getrennt.

#### Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung von Leichtbeton, dadurch gekennzeichnet, daß inkompressible Kunststoffkörner mit Zementmörtel gebunden werden.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß Kunststoffkörner durch Reiben und Quetschen zwischen heißen Flächen aus hartem Material bis zur Inkompressibilität kompaktiert werden.
3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß Kunststoffkörner durch Vermischen mit erhitztem Sand bis zur Inkompressibilität kompaktiert werden.
4. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß Kunststoffkörner durch Verrühren mit erhitzten Flüssigkeiten bis zur Inkompressibilität kompaktiert werden.
5. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß Sand mit einem Pulsbrenner erhitzt wird, wobei der wesentliche Heizenergielieferant ein Fett-in-Luft-Aerosol ist, das durch Einspritzen von Fett mittels Druckluft in das Flammrohr des Pulsbrenners erzeugt wird.
6. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß Glycerin erhitzt wird, das durch Umestern von in Fettsäuremethylestern gelösten Fetten gewonnen wurde.
7. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß wässrige Ätzalkalilösungen erhitzt werden.
8. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß geschmolzener Schwefel erhitzt wird.

- Leerseite -

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**